10.22092/spij.2019.122608.1055

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۴، شماره ۴، سال ۱۳۹۷

ارزیابی تنوع ژنتیکی برای خصوصیات کمی و کیفیت میوه در کلکسیون انار ساوه (*Punica granatum* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

Evaluation of Genetic Variation for Quantitative and Quality Characteristics of Fruit in Saveh Pomegranate (*Punica granatum* L.) Collection using Multivariate Analysis Methods

بهروز مرادی عاشور[۱]، محمد ربیعی[۲] و بهروز شیران[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.
۲- استادیار، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.
۳- استاد، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۵

چکیده

مرادی عاشور، ب.، ربیعی، م.، و شیران، ب. ۱۳۹۷. ارزیابی تنوع ژنتیکی برای خصوصیات کمی و کیفیت میوه در کلکسیون انار ساوه (*Punica granatum* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۴: ۳۹۴-** ۳۷۷.

شناسایی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها (نژادگان) بر اساس صفات موجود برای استفاده در برنامه‌های تحقیقاتی و به‌نژادی بسیار مهم است. در این تحقیق چندین خصوصیت کمی و کیفیت میوه در ۱۵۶ ژنوتیپ انار که در ایستگاه ملی تحقیقات انار ساوه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شده بودند در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی نشان داد که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین وزن میوه با تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل و وزن آریل وجود دارد. آنالیز رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که عرض میوه، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل و ضخامت پوست اولین متغیرهایی بودند که وارد مدل شده و تغییرات وزن میوه را توضیح دادند. تجزیه ضرایب مسیر نیز اثر مستقیم و مثبت بر روی وزن میوه از طریق عرض میوه، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل و ضخامت پوست میوه را اثبات نمود. بنابراین این خصوصیات برای انجام گزینش بسیار مهم هستند. براساس نتایج حاصل از تجزیه عامل‌های اصلی ۱۶ صفت تعداد شش عامل اصلی تعیین شد که در مجموع ۷۱/۲۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توضیح دادند. در عامل اول وزن میوه، طول و عرض میوه و وزن آریل اثر مثبت و کیفیت آبمیوه بخصوص شاخص رسیدگی و آنتوسیانین اثر منفی داشتند که این خصوصیات در مجموع وزن میوه را تشکیل می‌دهند. با انجام تجزیه و تحلیل عامل‌ها، سه عامل مهم شناسایی شدند که عامل اول مرتبط با اجزای میوه، عامل دوم رنگ آبمیوه وعامل سوم طعم میوه تعیین شد. بنابراین امکان استفاده از این صفات در برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش کیفیت و وزن میوه ژنوتیپ‌های انار به عنوان معیار انتخاب وجود دارد. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) ژنوتیپ‌ها را در دریازده گروه قرار داد. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که دورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌های گروه‌های فوق و تولید نسل‌های درحال تفرق، تنوع مطلوبی برای برنامه‌های به‌نژادی فراهم کند.

واژه‌های کلیدی: انار، رگرسیون گام به گام، تجزیه مسیر، وزن میوه، وزن آریل، طعم میوه.

نگارنده مسئول: mrabiei@yandex.ru3 تلفن: ۰۳۸۳۲۳۲۴۴۰۱

مقدمه

انـار بـا نـام علمـی *Punica granatum* L. درخت کوچکی است کـه در اقلیم‌هـای خشـک و نیمه‌گرمسـیری و مدیترانـه‌ای دارای رشـد و بـاردهی خـوبی می‌باشـد. انـار بـا تعـداد کروموزوم‌هـای ۱۶ = 2x = 2n و ۵۵ درصـد دگرگشنی بومی ایـران و رشـته کوه‌هـای هیمالیـا در شمال هندوستان است که از دوران باسـتان در نواحی مدیترانـه‌ای آسـیا، آفریقـا و اروپـا کشـت می‌شده است (Morton, 1987).

ایران مرکز تنوع انار و به احتمـال زیـاد مرکـز پیدایش آن نیز می‌باشـد (Ghahreman, 1994; Sadeghian Motahar *et al.,* 2009; Sarkhosh, *et al.*, 2006). در سـالهای اخیـر مصرف میـوه انـار بـه لحـاظ افـزایش آگـاهی در مورد ارزش غذایی و دارویـی آن از رونـد رو بـه رشد برخـوردار اسـت و بـه‌عنوان یـک محصـول صادراتی نیز مورد توجه است. بـرای موفقیـت در صادرات، تولید ارقام جدید مطـابق بـا سـلیقه‌های مصرف‌کنندگان انار باید مورد توجه قرار گیرد.

سطح زیر کشت انار در ایـران در سـال ۱۳۹۴ هفتاد هزار هکتار بارور و سیزده هزار هکتـار غیـر بـارور بـود (Ahmadi *et al.*, 2016) کـه تقریبـاً درتمـام اسـتانهای کشـور کشـت می‌شـود و پـنج استان فارس، مرکزی، خراسان، یزد و اصفهان بـه ترتیـب بیشـترین تولیـد انـار را دارا هسـتند (Behzadi Shahrbabaki, 1998; Ahmadi *et al.,* 2016). اسـتفاده از ژرم‌پلاسـم درختان میوه پایه و اساس اصلاح و معرفـی ارقـام جدید و سازگار نمودن رقم هـای تجـاری اسـت. زیرا اساس تحقیقات به‌نژادی و اصلاح میوه‌ها بـر وجود تنوع ژنتیکی استوار است.

اغلـب کشـورهایی کـه انـار را بـه صـورت تجاری کشت و پرورش مـی دهنـد، در مراکـز و ایستگاه‌های تحقیقـاتی کلکسـیونی از ژرم‌پلاسـم انار جمع‌آوری نموده‌اند. ایستگاه تحقیقات منـابع ژنتیکـی گاریگـالا (Garrygala) در کشـور ترکمنستان با جمع‌آوری ۱۱۱۷ ژنوتیـپ در رتبـه اول (Muradoglu *et al.*, 2006)، کلکسـیون موسسـه تحقیقـات گیـاهی واویلـوف در سـن پترزبورگ روسیه با ۸۰۰ ژنوتیـپ در مقـام دوم، ایسـتگاه تحقیقـات کشـاورزی یـزد بـا مجمـوع ۷۹۱ نژادگان در مقام سـوم و کلکسـیون ایسـتگاه ملی تحقیقات انار ساوه بـا مجمـوع ۶۵۰ ژنوتیـپ در رتبه چهارم جهان قرار دارد.

کلکسیون انار ساوه یک مجموعه ژرم‌پلاسـم برون‌جـا می‌باشـد کـه شـامل گیاهـان پرورشـی، گونـه‌ها، گیاهـان زینتـی، توده‌هـا و ژنوتیپ‌هـای برگزیده می‌باشد. هر چند تعداد گونه‌های جـنس *Punica* بسیار کم است اما تنـوع مورفولـوژیکی بسـیار بـالایی در داخـل ارقـام و ژنوتیپ‌هـای موجـود در کشـور مشـاهده می‌شـود. از طرفـی، برای اجرای یک پروژه موفق به‌نژادی آگـاهی از میـزان تنـوع ژنتیکـی موجـود در داخـل و بـین جمعیت‌ها ضروری است.

در بررسی تنوع ژنتیکی سؤال مهم ایـن اسـت که ژنوتیپ‌های مـورد بررسـی از لحـاظ ژنتیکـی چقدر بـا یکـدیگر متفـاوت می‌باشـند و همچنـین

چه مقدار تنوع ژنتیکی در داخل گونه‌ها وجود دارد. بنابراین جمع‌آوری ارقام مختلف انار در کلکسیون‌ها و ثبت مشخصات آنها با استفاده از روش‌های استاندارد، یکی از گام‌های اساسی در راستای برنامه‌های بهبود و توسعه این محصول است (Hosseininia 1994; Anonymous 1997; Mir *et al.*, 2007; Shakeri, 2008).

همبستگی بالا بین صفات مورفولوژیک می‌تواند نقش مثبت یا منفی در انتقال صفات از طریق روش‌های مختلف انتقال ژن داشته باشد زیرا گزینش برای یک صفت مطلوب می‌تواند حضور سایر صفات را نیز تضمین کند (Farshadfar, 1997). طبق نظر فالکونر (Falconer, 1996) میزان همبستگی ممکن است نشان‌دهنده درجه ارتباط ژنتیکی بین دو یا چند صفت باشد. به عبارت دیگر ارزش‌هایی که به عنوان همبستگی فنوتیپی برآورد می‌شوند به دو بخش ژنتیکی و محیطی قابل تفکیک هستند.

سه عامل مهم در ایجاد همبستگی بین صفات دخالت دارند که عبارتند از: آثار پلیوتروپیک ژن‌ها برای دو یاچند صفت، پیوستگی ژن‌های متفاوت و آثار شرایط محیطی است که مهمترین عامل در ایجاد پیوستگی ژنتیکی و اثر پلیوتروپی ژن‌هاست. همچنین برای همبستگی فنوتیپی قرار گرفتن ژن‌ها یا بلوک‌های ژنی کنترل‌کننده آن دوصفت بر روی یک کروموزوم مهم می‌باشد (Rezae, 2008; Falconer, 1996; Farshadfar, 1997).

مراداوغلو (Muradoglu, *et al.*, 2006) در مطالعه برخی صفات مطلوب مرتبط با میوه مانند وزن میوه، ارتفاع میوه، قطر میوه، رنگ پوست میوه، وزن میوه، ارتفاع میوه، قطر میوه، طول و عرض تاج، محتوی مواد جامد میوه، اسیدیته و pH به علاوه رنگ و سختی دانه را در ۴۶ ژنوتیپ گزینش شده از ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. برخی از ژنوتیپ‌های بررسی شده از لحاظ پومولوژیکی و همچنین صفات مربوط به درخت، مانند عادت گلدهی، منظم بودند. آنها پیشنهاد کردند که ارزش واقعی ژنوتیپ‌های برتر گزینش‌شده باید از طریق آزمایشات تکراردار مشخص شود. به علاوه بر اساس نتاج پومولوژیکی این مطالعه پیشنهاد شد که کشور ترکیه دارای منابع ژنتیکی ارزشمندی از انار می‌باشد.

آموروس و همکاران (Amoros, *et al.*, 1997) بر روی پنج کلون از انار بررسی‌های مورفولوژیکی از نظر میوه و دانه انجام دادند. آنها صفاتی مانند وزن میوه، قطر میوه، قطر تاج میوه، طول میوه، طول تاج میوه، تعدا برچه‌ها در یک برش عرضی و سایر خصوصیات را مورد ارزیابی قرار دادند. بررسی‌های آنها نشان داد که یکی از کلون‌ها به نام ADO4 با ۵۲۴/۰۲ گرم دارای بیشترین میانگین وزن میوه را بود که تفاوت قابل ملاحظه‌ای با سایر کلون‌ها داشت.

تحقیق حاضر برای تعیین روابط بین خصوصیات کمی و کیفیت میوه، تفکیک و

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و کاهش تعداد ژرم‌پلاسم موجود، شناسایی والدین مناسب برای برنامه‌های به‌نژادی و حذف ژنوتیپ‌های در کلکسیون انار ساوه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی نژادگان (ژنوتیپ)های موجود در کلکسیون انار ساوه شامل ۱۵۶ نژادگان طی سالهای ۹۵-۱۳۹۴ که بصورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار که در هر تکرار پنج درخت که بصورت قلمه‌گیری (رویشی) از نژادگان‌های جمع‌آوری شده از سراسر کشور کشت شده بودند با میانگین سن درختان بین ۲۰ تا ۲۵ سال بود انجام شد.

برای بررسی صفات مرفولوژیکی و شیمیایی مرتبط با میوه، براساس دیسکریپتور انار و دستورالعمل ملی انار (Sadeghian Motahar *et al.,* 2009) از هر نژادگان پنج نمونه تصادفی گرفته شد و قطر میوه، قطر تاج میوه، طول میوه و طول تاج میوه همگی به میلی‌متر، وزن میوه و وزن آریل به گرم، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل درون میوه، وزن پوست میوه به گرم و ضخامت پوست میوه به میلی‌متر. و نیز صفات بیوشیمیایی شامل EC آبمیوه، pH آبمیوه، آنتوسیانین کل، اسید قابل تیتراسیون (TA)، درصد مواد جامد محلول کل (TSS) نیز به صورت زیر اندازه‌گیری شدند.

اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) آب میوه: مقدار ۵۰ میلی‌لیتر آب میوه صاف شده را در بشر ریخته و توسط pH متر و EC متر اندازه‌گیری شد.

مواد جامد محلول کل (TSS): با استفاده از رفرکتورمتر دستی بر حسب بریکس اندازه‌گیری شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره آب انار صاف شده را در ارلن‌مایر ریخته و حجم آن با آب مقطر به حدود ۸۰ میلی‌لیتر رسانده شد. با پیپت ۰/۳ میلی‌لیتر فنل فتالئین به آن افزوده و با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد. بدین منظور جهت خاتمه عمل میزان pH محلول با افزودن سود ۰/۱ نرمال، در سطح ۸/۳ تنظیم شد. با توجه به اینکه هر میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰۷ گرم اسید سیتریک است پس از ختم عمل مقدار اسیدیته کل بر حسب اسید سیتریک از رابطه زیر محاسبه شد (Al-Maiman, 2002; Awamleh *et al.,* 2009; Basaki *et al.,* 2016 Barzegar *et al.,* 2004).

$$\text{اسیدیته کل} = \frac{\text{میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال مصرفی} \times ۰/۰۰۷}{\text{وزن نمونه آب میوه}} \times ۱۰۰$$

شاخص طعم میوه: برای تعیین رسیدگی میوه، شاخص طعم میوه به صورت تقسیم مقدار مواد جامد محلول بر مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بیان شد (Mirdehghan *et al.,* 2007).

غلظت آنتوسیانین سیانیدین‌ها: آنتوسیانین‌های موجود در آب انار با استفاده از میزان جذب توسط دستگاه اسپکترفتومتر در طول موج ۵۱۰ نانومتر که در آن میزان آنتوسیانین سیانیدین بیشترین مقدار جذب را دارد اندازه‌گیری شدند (Faowle *et al.,* 2013; Faowle *et al.,* 2011). از روی مقدار جذب می‌توان نژادگان‌ها را با هم مقایسه نمود. هر چقدر میزان جذب نور عصاره بالاتر باشد از مقدار آنتوسیانین بالاتری برخوردار است (Alighourchi *et al.,* 2007; Borochov *et al.,* 2011).

همچنین می‌توان بر اساس وزن مولکولی سیانیدین و میزان رقت، مقدار تقریبی آنتوسیانین را از فرمول ذیل محاسبه نمود:

$$C\left(\frac{mg}{L}\right) = \left(\frac{A}{€}\right) MD1000$$

که در این فرمول C میزان آنتوسیانین بر حسب میلی‌گرم در لیتر، A مقدار جذب توسط اسپکتروفتومتر (قرائت شده)، € ضریب جذب مولی (۲۹۶۰۰)، M وزن مولکولی سیانیدین منوگلوکوزاید (۴۴۰)، D فاکتور رقت (۳)، و ۱۰۰۰ جهت تبدیل به لیتر می‌باشند (Volkan *et al.,* 2015).

میانگین مربعات محاسبه شده برای هر منبع تغییر و برای هر صفت بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات به اجزای آن تفکیک شد. واریانس ژنتیکی و همچنین کوواریانس فنوتیپی و نژادگانی (میانگین حاصلضرب‌ها MP) محاسبه و برآورد گردید (Falconer, 1996). برای مطالعه ارتباط بین خصوصیات مختلف ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی براساس کوواریانس‌های بین خصوصیات محاسبه شد (Farshadfar, 1997). برای محاسبه همبستگی ژنتیکی، ابتدا ماتریس‌های واریانس-کوواریانس ارقام و خطای آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS بدست آمدند و سپس با استفاده از فرمول‌های زیر همبستگی‌های ژنوتیپی و فنوتیپی بین خصوصیات محاسبه شدند:

$$rph_{(xy)} = \frac{\sigma ph_{(xy)}}{\sqrt{\sigma^2 ph_{(x)} \times \sigma^2 ph_{(y)}}}$$

$$rg_{(xy)} = \frac{\sigma g_{(xy)}}{\sqrt{\sigma^2 g_{(x)} \times \sigma^2 g_{(y)}}}$$

که $\sigma_{Ph(xy)}$ و $\sigma_{g\,(xy)}$ به ترتیب کوواریانس فنوتیپی و نژادگانی (ژنوتیپی) خصوصیات و $r_{\,ph(xy)}$ و $r_{\,g\,(xy)}$ به ترتیب ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی خصوصیات می‌باشد.

تجزیه و تحلیل چندمتغیره خصوصیات شامل رگرسیون گام به گام، تجزیه مسیر، تجزیه عاملها و تجزیه خوشه‌ای انجام شد. دندروگرام بر اساس روش وارد (Ward) و ضریب تشابه تطابق ساده ترسیم شد.

در تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های این آزمایش از نرم‌افزارهای SAS، Excel و STATISTICA استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج بیانگر این است که برای همه صفات مورد مطالعه، تنوع زیادی در میان ژنوتیپ‌ها وجود داشت. تفاوت بین مقدار حداقل و حداکثر (دامنه) هریک از صفات مقدار بزرگی را نشان می‌دهد که حاکی از تفاوت زیاد بین ژنوتیپ‌ها از نظر خصوصیات مختلف می‌باشد. در میان نه خصوصیت کمی، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم‌آریل و ضخامت پوست میوه تنوع بیشتری نسبت به سایر خصوصیات داشتند. شاخص تنوع در این صفات به ترتیب ۶۸/۴۳ و ۵۱/۱۶ درصد بود که مؤید این مطلب است. همچنین طول و عرض میوه کمترین تنوع را در بین خصوصیات کمی میوه داشتند. در میان هفت خصوصیات بیوشیمیایی، شاخص‌رسیدگی (طعم میوه)، میزان آنتوسیانین و رنگ قابل جذب آبمیوه به ترتیب با ضریب تغییرات ۴۳/۰۲، ۳۸/۱۳ و ۳۸/۱۳ درصد دارای بیشترین تنوع بودند (جدول ۱).

همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی، رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه مسیر

با توجه به این که در برنامه‌های به‌نژادی، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت صورت می‌گیرد که ممکن است فرآیند انتخاب را برای محقق سخت نماید، بنابراین یکی از مهمترین اهداف به‌نژادگران کاهش حجم اطلاعات غیرضروری در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات، رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه علیت برای انتخاب مهمترین و موثرترین صفات بر صفت مورد نظر به‌نژادگر، یکی از پرکاربردترین روش‌هایی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تجزیه همبستگی ساده بین خصوصیات نشان داد که بین عرض و طول میوه رابطه مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۷۸^{**}$) وجود داشت (جدول ۲). همچنین ارتباط معنی‌دار بین وزن میوه با طول و عرض‌تاج میوه، طول و عرض میوه، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل، وزن آریل و نیز ضخامت پوست میوه وجود دارد. با توجه به معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی ژنتیکی (جدول۲) این صفت با صفات فوق‌الذکر می‌توان عمل گزینش را برای هرکدام از صفات به منظور افزایش صفت دیگر انجام داد. به عبارت دیگر با مشاهده عرض تاج بزرگتر میوه می‌توان پی برد که این میوه وزن بیشتری خواهد داشت. این یافته‌ها با نتایج کریمی و همکاران (Karimi *et al.,* 2013) و امتیاز و همکاران (Imtiaz *et al.,* 2012) مطابقت کامل داشت.

نظر به اینکه اکثر بهره‌برداران کشاورزی و نیز مصرف‌کنندگان میوه انار همیشه این سوال را می‌پرسند که باتوجه به ظاهر میوه کدام میوه را انتخاب کنیم که کیفیت میوه بهتری داشته باشد، نتایج این مطالعه تنها بین طول تاج میوه و رنگ

جدول ۱- میانگین، حداقل، حدکثر، انحراف معیار، خطای معیار و ضریب تغییرات خصوصیات کمی و کیفیت میوه ۱۵۶ ژنوتیپ انار

Table 1. Mean, minimum, maximum, standard deviation, standard error and coefficient of variation of quantitative and quality characteristics of fruit of 156 pomegranate genotypes

Characteristic	خصوصیت	میانگین Mean	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	انحراف معیار Standard deviation	خطای معیار Standard error	ضریب تغییرات Coefficient of variation
Calyx Length (mm)	طول‌تاج (میلی‌متر)	19.11	10.73	30.17	3.47	0.27	18.19
CalyxWidth (mm)	عرض‌تاج (میلی‌متر)	16.30	10.86	22.96	2.48	0.19	15.25
Number of seed in 100 gram Aril	تعداد دانه در ۱۰۰گرم آریل	90.58	10.67	325.33	61.98	4.96	68.43
Peel Thickness (mm)	ضخامت‌پوست (میلی‌متر)	2.36	0.71	11.26	1.21	0.09	51.16
Fruit Weight (g)	وزن‌میوه (گرم)	322.72	102.33	972.67	132.37	10.59	41.01
Fruit Length (mm)	طول‌میوه (میلی‌متر)	59.49	36.6	85.5	8.18	0.65	13.75
Fruit Width (mm)	عرض‌میوه (میلی‌متر)	60.97	40.14	85.6	7.70	0.61	12.64
Peel Weight (g)	وزن‌پوست (گرم)	17.76	11.47	42.45	3.81	0.31	21.49
ArilWeight (g)	وزن‌آریل (گرم)	304.96	90.86	930.22	61.32	8.32	34.26
Total Soluble Solids (%)	مواد‌جامد محلول کل (درصد)	14.29	10.00	23.00	2.47	0.19	17.32
Titrable Acidity (%)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)	1.33	0.42	2.80	0.38	0.03	28.60
Maturity Index	شاخص رسیدگی	11.84	4.20	33.33	5.09	0.40	43.02
pH	اسیدیته	3.71	3.20	4.47	0.27	0.02	7.34
EC (mmhos/cm)	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	3.63	2.05	5.92	0.58	0.04	16.02
Anthocyanin (mg 100 L^{-1} juice)	آنتوسیانین (میلی‌گرم در ۱۰۰ لیتر آبمیوه)	25.94	4.05	51.99	9.89	0.79	38.13
Absorbale Color of Juice (mg l^{-1})	رنگ قابل جذب آب میوه (میلی‌گرم در لیتر)	0.58	0.09	1.16	0.22	0.01	37.12

جدول ۲- ضرایب همبستگی فنوتیپی(بالای قطر) و ژنوتیپی(زیر قطر) بین خصوصیات کمی و کیفیت میوه مختلف ۱۵۶ نژادگان‌های انار

Table 2. Phenotypic (above diagonal) and Genetic (below diagonal) Correlation Coefficients between different quantitative and quality characteristics of fruit of 156 pomegranate genotypes

Characteristics	خصوصیات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Calyx Length	۱- طول‌تاج	1	0.18	0.07	0.13	0.19	0.30	0.27	-0.06	0.20	0.00	-0.01	-0.02	0	-0.02	0.13	0.13
2. CalyxWidth	۲- عرض‌تاج	0.17	1	0.19	0.31	0.23	0.29	0.35	-0.09	0.23	0.06	0.04	0	0.01	-0.09	-0.07	-0.07
3. Number of seed in 100 gram Aril	۳-تعداد دانه در ۱۰۰گرم آریل	0.05	0.18	1	0.29	0.44	0.23	0.31	-0.02	0.44	0	0	0.11	0.15	-0.08	-0.13	-0.13
4. Peel Thickness	۴-ضخامت‌پوست	0.11	0.29	0.26	1	0.27	0.09	0.16	-0.09	0.28	0.13	0.08	0.11	0.08	0.11	-0.01	-0.01
5. FruitWeight	۵-وزن‌میوه	0.18	0.21	0.41	0.27	1	0.52	0.60	-0.12	0.8	0.04	0.13	-0.11	0.17	-0.02	-0.05	-0.05
6. Fruit Length	۶- طول‌میوه	0.27	0.26	0.21	0.07	0.50	1	0.78	-0.01	0.53	-0.08	0.15	-0.23	0.02	0.10	0.07	0.07
7. Fruit Width	۷- عرض‌میوه	0.24	0.31	0.30	0.16	0.58	0.76	1	-0.15	0.61	0.05	0.10	-0.09	0.06	-0.01	-0.01	-0.01
8. Peel Weight	۸- وزن‌پوست	-0.05	-0.07	-0.02	-0.07	-0.10	-0.01	-0.14	1	-0.15	-0.07	0.07	-0.12	0.0	-0.09	0.05	0.05
9. ArilWeight	۹- وزن‌آریل	0.16	0.21	0.42	0.26	0.78	0.51	0.59	-0.13	1	0.06	0.14	0.27	0.10	-0.08	0.08	0.08
10. Total Soluble Solids	۱۰- موادجامد محلول	0	0.04	0	0.12	0.03	-0.07	0.04	-0.05	0.05	1	-0.11	-0.77	-0.18	-0.13	0.09	0.09
11. Titrable Acidity	۱۱- اسیدیته قابل تیتراسیون	-0.01	0.02	0.00	0.06	0.11	0.13	0.08	0.06	0.12	0.10	1	-0.14	0.23	-0.09	-0.06	-0.06
12. Maturity Index	۱۲- شاخص رسیدگی	-0.01	0.00	0.09	0.09	-0.08	-0.22	-0.07	-0.10	0.25	-0.74	-0.12	1	-0.14	-0.20	-0.11	-0.11
13. pH	۱۳- اسیدیته	0.00	0.01	0.12	0.06	0.15	0.02	0.04	0.0	0.08	-0.16	0.21	-0.13	1	0.12	0.03	0.03
14. EC	۱۴- هدایت الکتریکی	-0.02	-0.07	-0.06	0.08	-0.02	0.07	-0.01	-0.06	-0.07	-0.11	-0.08	-0.18	0.11	1	0.11	0.14
15. Anthocyanin	۱۵- آنتوسیانین	0.12	-0.06	-0.11	-0.01	-0.04	0.06	-0.01	0.04	0.06	0.08	-0.05	-0.10	0.02	0.10	1	0.98
16. Absorbale Color of Juice	۱۶- رنگ قابل جذب آب میوه	0.10	-0.05	-0.12	-0.01	-0.04	0.05	-0.01	0.03	0.06	0.07	-0.04	-0.10	0.02	0.13	0.96	1

ضرایب همبستگی ژنوتیپی بزرگتر از ۰/۱۵۱ و کوچکتر از ۰/۱۵۱- در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشند، و ضرایب همبستگی فنوتیپی بزرگتر از ۰/۱۹۲ و کوچکتر از ۰/۱۹۲- در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشند.

Genptypic correlation coefficients higher than 0.151 and less than -0.151 are significant at the 5% probability level, and Phenotypic correlation coefficients higher than 0.192 and less than -0.192 are significant at the 5% probability level.

قابل‌جذب و آنتوسیانین همبستگی مثبت (r = ۰/۱۳) نشان داد (جدول ۲). به عبارت دیگر انارهای با تاج بلند میوه، میوه با کیفیت‌تری دارند. اما ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین خصوصیات کمی میوه از قبیل عرض تاج میوه، وزن میوه، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل، طول و عرض میوه و وزن‌آریل با خصوصیات کیفیت میوه مثل محتوای رنگدانه آنتوسیانین، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدیته، هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول عصاره میوه ارتباط معنی‌دار نبود (جدول ۲).

سرخوش و همکاران (Sarkhosh *et al.,* 2007) همبستگی بین صفات کمی و کیفیت میوه انار را مورد بررسی قرار دادند. برای بررسی مهمترین صفات کمی و کیفیت میوه و دانه انار و استفاده از این صفات برای گروه‌بندی نژادگان‌ها، در آزمایشی با استفاده از ۲۴ نژادگان انار نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن میوه، طول میوه، عرض میوه با وزن آریل و تعداد دانه وجود داشت. همبستگی معنی‌داری بین صفات ظاهری با صفات کیفیت آب میوه مشاهده نکردند. بنابراین ویژگی‌های کیفیت خاص هر نژادگان بوده که می‌توان بدون توجه به ظاهر میوه اقدام به انتخاب نژادگان‌های با خصوصیات کیفیت میوه بالا جهت استفاده‌های دارویی (بطور مثال: کنترل دیابت و آنتی باکتریال و قدرت باروری) و صنعتی (بطور مثال: رنگ آمیزی) کرد.

برای پیش‌بینی رابطه وزن میوه و اجزای آن و حذف متغیرهای کم اهمیت و برای شروع تجزیه علیت، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد. وزن میوه به عنوان متغیر وابسته در برابر دیگر صفات به عنوان متغیرهای مستقل، مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. در مدل رگرسیونی حاصل، عرض میوه اولین متغیری بود که وارد مدل شد و به تنهایی۳۶/۹ درصد از تغییرات وزن میوه را توضیح داد. پس از آن صفات تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل و ضخامت پوست میوه به مدل اضافه شدند که مجموعا با عرض میوه ۴۵/۴۱ درصد از تغییرات وزن میوه را توضیح دادند (جدول ۳).

برای برآورد دقیق‌تری از اهمیت نسبی و اثر مستقیم و غیرمستقیم هریک از اجزای میوه بر وزن میوه، تجزیه مسیر با استفاده از ترکیبات مختلفی از همبستگی‌های بین خصوصیات مورد بررسی قرارگرفت. علی‌رغم آنکه تاکید دیگر منابع بر استفاده از گروهی از صفات است که بیشترین توضیح برای واریانس تغییرات داده‌ها را پس از انجام یک رگرسیون گام به گام دارند، توجه به مقدار باقیمانده از آثار نامشخص که تجزیه علیت قادر به تشخیص آنها نمی‌باشد نیز می‌تواند به عنوان معیاری برای شناسایی بهترین گروه همبستگی‌ها بکار گرفته شود (Vaezi *et al.,* 2000). براین اساس، با ترکیبات متفاوتی از همبستگی‌های خصوصیات، تجزیه مسیر انجام گرفت که در جدول۴ نشان

جدول ۳- رگرسیون گام به گام وزن میوه (متغیر وابسته) با دیگر متغیرهای موردبررسی (متغیرهای مستقل) در ۱۵۶ نژادگان انار ساوه

Table 3. Stepwise regression of fruit weight (dependent variable) with other studied traits (independent variable) in 156 pomogranate genotypes

Variable	متغیر	عرض از مبدا Intercept	ضریب رگرسیون Regression coefficient			ضریب تبیین Coefficient of determination (R^2)	F	خطای معیار Standard error
			B1	B2	B3			
Fruit width	عرض‌میوه (میلی‌متر)	-313.994	10.442			0.369	90.34^{**}	±1.098
Number of seed per 100 gram Aril	تعداد دانه در ۱۰۰گرم آریل	-275.17	0.597	8.917		0.440	60.15^{**}	±0.13
Peel thickness	ضخامت‌پوست (میلی‌متر)	-291.087	0.524	13.562	8.761	0.4541	42.15^{*}	±0.688

جدول ۴- تجزیه مسیر وزن میوه با صفات وارد شده در رگرسیون مرحله‌ای در ۱۵۶ نژادگان انار

Table 4. Path analysis of fruit weight with characteristics enterd in stepwise regression

Variable	متغیر	اثر مستقیم Direct effect	Indirect effect through اثر غیر مستقیم از طریق			همبستگی کل با وزن میوه Total correlation with fruit weight
			عرض‌میوه (میلی‌متر) Fruit width (mm)	تعداد دانه در ۱۰۰گرم آریل Number of seed in 100 gram Aril	ضخامت‌پوست (میلی‌متر) Peel thickness (mm)	
Fruit width (mm)	عرض‌میوه (میلی‌متر)	0.26	-	0.20	0.12	0.58
Number of seed per 100 gram Aril	تعداد دانه در ۱۰۰گرم آریل	0.19	0.15	-	0.07	0.41
Peel thickness (mm)	ضخامت‌پوست (میلی‌متر)	0.10	0.09	0.08	-	0.27

Residual effect: 0.25

اثر باقیمانده: 0.25

داده شده است.

بیشترین اثر مستقیم مثبت به ترتیب مربوط به عرض میوه (۰/۲۶)، تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل (۰/۱۹) و ضخامت پوست (۰/۱۰) بود. بیشترین اثر غیرمستقیم عرض میوه از طریق تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل (۰/۲۰) بود و کمترین اثر غیرمستقیم تعداد دانه در ۱۰۰ گرم آریل از طریق ضخامت پوست (۰/۰۷) بر وزن میوه بود (جدول ۴). با توجه به در نظر گرفتن مقدار آثار باقیمانده ۰/۲۵ برای مجموع صفات اندازه‌گیری شده در حدود ۷۵ درصد از تغییرات وزن میوه را توضیح دادند.

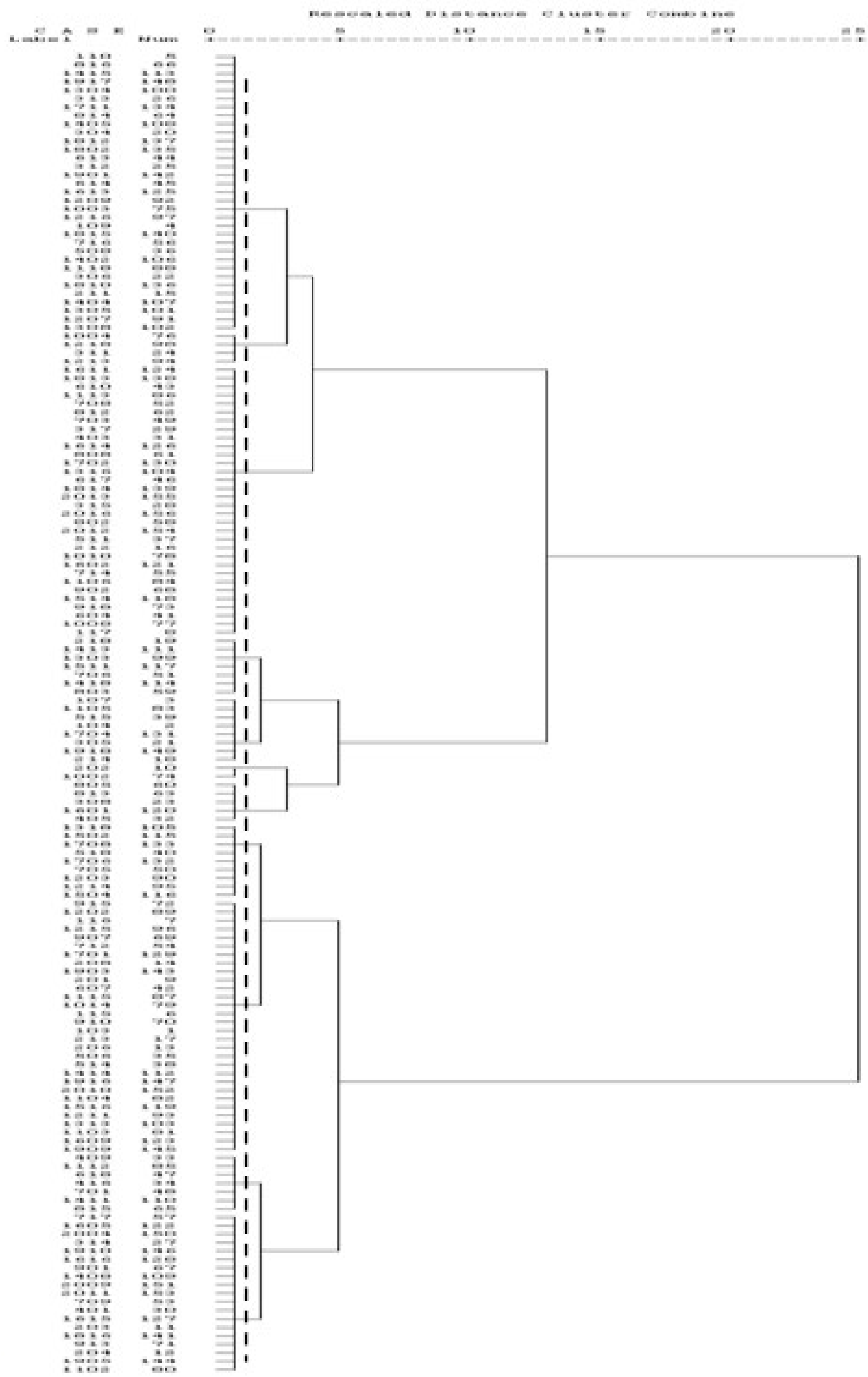
تجزیه خوشه‌ای

با افزایش فاصله ژنتیکی بین نژادگان‌های یک گونه، احتمال هتروزیس در دورگ‌های حاصل افزایش می‌یابد. گروه‌بندی نژادگان‌ها براساس فاصله ژنتیکی، وقتی در یک برنامه به‌نژادی مؤثر است که به طور همزمان، چندین صفت مورد استفاده قرار گیرند. بدین منظور برای تعیین تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی نژادگان‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آنها، تجزیه خوشه‌ای انجام شد. نظر به اینکه این تحقیق در دو بخش مرفولوژیکی و مولکولی انجام شده است مقرر گردید بررسی‌های بیشتر حداقل ۱۰۰ نژادگان با شناسه‌گذاری DNA (DNA Barcoding) مورد مطالعه قرار گیرند.

گروه‌بندی نژادگان‌های مورد بررسی بر اساس صفات ارزیابی شده در فاصله یک اقلیدسی باعث قرارگیری نژادگان‌ها در یازده گروه مجزا شد (شکل ۱). به طوریکه در گروه اول ۳۳ نژادگان، در گروه دوم چهار نژادگان، در گروه سوم ۳۲ نژادگان، در گروه چهارم هفت نژادگان، در گروه پنجم هشت نژادگان، در گروه ششم دو نژادگان، در گروه هفتم پنج نژادگان، در گروه هشتم نه نژادگان، در گروه نهم ۳۰ نژادگان، در گروه دهم هفت نژادگان، و در گروه‌یازدهم ۱۹ نژادگان قرار گرفت.

به عبارت دیگر در گروه یک و نه نژادگان‌های مربوط به اکثر استان‌ها حضور دارند. در گروه یک بیشتر نژادگان‌های دارای مزه ترش (براساس شاخص طعم میوه) و در گروه نه مزه شیرین حضور داشتند. در گروه دو نژادگان استان‌های دارای آب کافی مثل گرگان، آذربایجان و کردستان وجود داشت. در گروه سه بیشتر نژادگان‌ها بامزه ترش و ملس حضور داشتند. گروه هفت نژادگان‌های با مزه ترش بخصوص یزد و کرمان قرار گرفتند. گروه هشت و ۱۰ نیز بیشتر نژادگان‌های شیرین حضور داشتند. در گروه ۱۱ نیز نژادگان‌های دانه ریز، وحشی و ملس قرار گرفتند.

همانطور که مشاهده می‌شود انجام تجزیه خوشه‌ای در تفکیک نژادگان‌ها در گروه‌های مجزا، تا حد زیادی مؤثر بود. بساکی و همکاران (Basaki *et al.,* 2016) نیز براساس صفات مورفولوژیک و کیفیت میوه نژادگان‌های موردمطالعه (۲۰۲نژادگان) را با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در سه گروه قرار دادند. بطوریکه



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۵۶ نژادگان انار با استفاده از خصوصیات کمی و کیفیت میوه بر اساس روش وارد (Ward)

Fig. 1. Dendrogram of cluster analysis for 156 pomegranate genotypes using quantitative and quality characteristics of fruit based on Ward′s Method

درگروه اول نژادگان‌های دارای مزه ترش قرار داشت. در گروه سوم نیز نژادگان‌هایی قرار داشت که از لحاظ مزه مشخص نبودند. در گروه دوم نژادگان‌هایی قرار گرفتند که دارای مزه شیرین و ملس بودند.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تجزیه و تحلیل خوشه‌ای اگر چه از لحاظ جغرافیایی هیچ گروه‌بندی مشخصی را ایجاد نکرد اما تا حد زیادی نژادگان‌ها را بر اساس طعم میوه از یکدیگر تفکیک کرد. در مطالعه دیگری که توسط سرخوش و همکاران (Sarkhosh *et al.,* 2006) بر روی ۲۴ نژادگان انار صورت گرفت تجزیه خوشه‌ای با استفاده از هفت صفت اصلی نژادگان‌ها را به پنج گروه تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی‌ها نشانگر وجود تنوع ژنتیکی خوبی در بین نژادگان‌ها می‌باشد که می‌توان از آن در برنامه‌های به‌نژادی استفاده نمود.

در دندروگرام ارائه شده در شکل ۱، مشاهده می‌شود که بیشترین تفاوت بین گروه‌های ۱۰ و ۱۱ با گروه‌های هشت و نه برقرار است، در حالیکه در گروه‌های یک، سه، نه، هشت و ۱۰ تعدادی از نژادگان‌های تقریبا مشابه قرار گرفتند و در گروه دو، شش و هفت به ترتیب تنها دو، چهار و پنج نژادگان قرار داشتند که نشان‌دهنده تفاوت این گروه‌ها با سایر گروه‌ها می‌باشد.

به نظر می‌رسد باید صفات بیشتری را در اندازه‌گیری صفات پومولوژیک و فنولوژیک برای انتخاب نژادگان‌های متحمل به سرما بسیار مهم می‌باشند درنظر گرفت. بنابراین باید بررسی بیشتری روی این سه گروه انجام پذیرد. یکی از کاربردهای مهم دندروگرام ترسیم شده این است که با توجه به فاصله گروه‌های فوق الذکر و نژادگان‌های موجود در هر گروه می‌توان والدین مناسبی برای دورگ‌گیری انتخاب کرد. در این تحقیق انتخاب نژادگان‌ها برای بررسی بیشتر در بخش مولکولی، نه تنها براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای بلکه به صورتی که حداقل از هر استان یک نماینده داشته باشد.

تجزیه عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها را می‌توان به عنوان یک ابزار کاربردی برای کاهش تعداد زیادی از متغیرها به تعداد اندکی از شاخص‌ها که عامل‌های اصلی نامیده می‌شوند بکار برد. اختصاص صفات به عوامل مختلف با توجه به مقدار ضریب عامل صورت می‌گیرد، به این ترتیب که بزرگترین مقدار ضریب عاملی نشان دهنده عاملی است که صفت مزبور به آن اختصاص دارد. شایان ذکر است که مقدار واریانس هر عامل، اهمیت آن عامل را در نشان دادن تغییرات مربوط به کل داده‌ها نشان می‌دهد.

تجزیه به عامل‌ها نشان داد که سه عامل اول مهمترین نقش را در تنوع ژنتیکی موجود به خود اختصاص دادند (جدول ۵). عامل اول که ۲۳/۳۹ درصد از واریانس کل را توضیح داد و دارای بیشترین سهم در توضیح تغییرات بود. این

جدول۵- نتایج تجزیه عامل‌ها برای ۱۶ صفت مورد بررسی ۱۵۶ نژادگان انار
Table 6. Results of Factor analysis for 16 characteristics of 156 Pomegrante genotypes

Characteristic	خصوصیت	عامل ۱ (Factor1)	عامل ۲ (Factor2)	عامل ۳ (Factor3)	میزان اشتراک (Communality)
Calyx length	طول تاج میوه	0.175	0.222	0.059	0.478
Calyx width	عرض تاج میوه	0.171	-0.139	-0.035	0.626
Number of seed in 100 gram Aril	تعداد دانه در ۱۰۰گرم آریل	0.552	-0.149	0.180	0.456
Peel thickness	ضخامت پوست	0.209	-0.053	0.057	0.517
Fruit weight	وزن میوه	0.928	-0.034	-0.060	0.88
Fruit length	طول میوه	0.694	0.125	-0.169	0.749
Fruit width	عرض میوه	0.745	0.020	-0.088	0.727
Peel weight	وزن پوست	-0.095	0.123	-0.055	0.622
Aril weight	وزن آریل	0.927	-0.038	-0.058	0.881
Total soluble solids	موادجامد محلول کل	0.015	0.122	0.034	0.647
Titrable acidity	اسیدیته قابل تیتراسیون	0.122	0.059	-0.90	0.895
Maturity index	شاخص رسیدگی	-0.107	-0.023	0.901	0.895
pH	اسیدیته	0.315	-0.070	0.449	0.497
EC	هدایت الکتریکی	0.040	0.0646	0.132	0.576
Anthocyanin	آنتوسیانین	-0.040	0.983	-0.051	0.974
Absorbale color of juice	رنگ کامل جذب آبمیوه	-0.040	0.983	-0.051	0.974
Eigen value	مقادیر ویژه	3.742	2.280	1.818	
Variance (%)	درصد واریانس	23.39	14.25	11.36	
Cummulative variance (%)	درصد واریانس تجمعی	23.39	37.64	49.00	

عامل شامل وزن میوه، وزن آریل،طول و عرض میوه بود که دارای ضریب عاملی مثبت و رابطه خطی مستقیمی با عامل اول بود. از آنجا که عامل اول اکثر خصوصیات مربوط به ظاهر و شکل میوه را دربرگرفت می‌توان آن را عامل اجزای‌میوه نامگذاری نمود.

عامل دوم با دارا بودن ۱۴/۲۵ درصد از واریانس کل شامل خصوصیات مربوط به رنگ میوه مانند آنتوسیانین کل و رنگ قابل‌جذب آبمیوه بود و می‌توان آن را به عنوان عامل رنگ میوه معرفی نمود. عامل سوم نیز با دارا بودن ۱۱/۳۶ درصد از واریانس کل خصوصیات مربوط به طعم میوه را شامل می‌شد و می‌توان آن را به عنوان عامل طعم میوه معرفی کرد.

این نتایج با گزارشات بساکی (Basaki *et al.,* 2016)، اکبرپور (Akbarpour *et al.,* 2009; Akbarpour *et al.,* 2010)، سرخوش (Sarkhosh, *et al.,* 2007)، قادری قهفرخی (Ghaderi, *et al.,* 2016) و سپهوند (Sepahvand., 2012) هم‌خوانی دارد. با توجه به این نتایج مهمترین خصوصیاتی که در تنوع ژنتیکی نقش داشتند درسه عامل اول جای گرفتند (جدول ۵). عامل اول بیشتر مربوط به صفات ظاهری و شکل میوه بخصوص وزن میوه

(۰/۹۲۷) و وزن آریـــل (۰/۹۲۷)، عامـــل دوم مربـوط بـه رنـگ آبمیـوه (۰/۹۸۳) و عامـل سـوم بیشتر مربوط به طعم میـوه (۰/۹۰۱) بـود (جـدول ۵).

به‌طورکلی با بررسی تجزیه‌های آماری انجـام شده در این تحقیق می‌تـوان گفـت خصوصـیات کمی و کیفیت میـوه جنبـه‌های مختلفـی از تنـوع ژنتیکـی موجـود در نژادگان‌هـای انـار را نشـان دادنـــد. همبســـتگی معنــی‌داری بـــین گـــروه خصوصیات کمی و کیفیت میـوه مشـاهده نشـد، هر چند رابطه قوی در داخل گروه صفات کمـی و کیفیت میوه به طور مجزا وجود داشت.

در انجام تجزیه عامل‌ها نیـز مشـاهده شـد کـه گروه خصوصیات کمی و گروه کیفیت میـوه در عامل‌های مجزا، نمود پیدا کردنـد و از ایـن نظـر می‌توان عامل‌ها را به خصوصیات کمـی میـوه یـا خصوصیات کیفیت میوه اختصـاص داد. در ایـن میـان خصوصـیت کمـی دارای اهمیـت بیشـتری بودند و در عامل اول قرار گرفتند. بـا ایـن وجـود میزان واریـانس توضـیح داده شـده در عامل‌هـای مربوط به خصوصیات کیفیت میوه در مقایسـه بـا عامل‌های مربوط به خصوصیات کمی میـوه قابـل توجـه می‌باشـد. نکتـه حـائز اهمیـت آنسـت کـه توجه به هر دو دسته خصوصیات کمی و کیفیـت میوه در برنامـه‌های بـه‌نژادی انـار مهـم می‌باشـند. توجیــه دســته‌بندی‌های انجــام شــده در تجزیــه خوشه‌ای توسط طعم میـوه نژادگان‌هـا تأکیـد بـر اهمیت این دسته از خصوصیات در نژادگان‌هـای انار دارد.

بـر اسـاس نتـایج ایـن تحقیـق، در میـان جمعیت‌های انار مطالعه شده دو جمعیـت کرمـان (بخصـــوص شـــهداد)، خراســـان (بخصـــوص بجستان)، یزد (بخصوص تفت و ابرکوه) و سـاوه به دلیل داشتن نژادگان‌هایی با وزن میوه، طـول و عرض میـوه بـالا و همچنـین مقـدار آنتوسـیانین و موادجامـد محلـول بـالای میـوه و نیـز ژنوتیـپ شیرین هسته ریز شـهداد بـا پوسـت سـبز، از نظـر سختی هسته کاملا ریزدانـه بـود بـه طوری‌کـه در میوه‌های این درخت در هنگـام خـوردن دانـه بـه هـیچ عنـوان سـختی‌دانه در زیـر دنـدان احسـاس نمی‌شد، برتر از سایر نژادگان‌ها بودند. بنابراین بـا توجه به نرم‌دانه و ریزبودن ژنوتیپ شـیرین هسـته ریز شهداد می‌تواند در برنامه‌های بـه‌نژادی بـرای انتقـال خصوصـیت نرم‌دانگـی بـه ژنوتیپ‌هـای تجاری به عنوان والد مورد استفاده قرار گیرد.

نژادگـان دومـزه بـاغ ملـك ایـذه نیـز از نظـر شکل میوه، رنگ میوه و طعم میوه نسبت به سـایر ژنوتیپ‌ها کاملاً بارز و مطلوب بود و می‌تواند بـه عنوان منبع ژنتیکی برنامه‌های به‌نژادی انـار مـورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

نگارنـدگان از همکـاری صـمیمانه کارکنـان ایستگاه ملی تحقیقات انـار سـاوه کـه در اجـرای این تحقیق نهایـت مساعدت را داشـتند تشـکر و سپاسگزاری نمایند.

References

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Bahadorzadeh, H., Hatami, F., Hoseinpour, R., Kazemifard, R., and Abdshah, H. 2016. Agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran (in Persian).

Akbarpour, V., Hemmati, K., and Sharifani, M. 2009. Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 6 (4): 411-416.

Akbarpour, V., Hemmati, K., Sharifani, M., and Bashiri Sadr, Z. 2010. Multivariate analysis of physical and chemical characteristics in some pomegranate (*Punica granatum*) cultivars of Iran. Journal of Food, Agriculture & Environment 8 (1): 244-248.

Al-Maiman, S. A., and Ahmad, D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate *(Punica granatum* L.) fruit maturation. Food Chemistry 76: 437-441.

Alighourchi, H., Barzegar, M., and Soleiman, A. *2*007. Anthocyanin*s* characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. European Food Research and Technology 227 (3): 881-887.

Amoros, A., Melgarejo, P., Martinez, J. J., Hernandez, F., and Martinez, J. 1997. Characterization of the fruit of five pomegranate (*Punica granatum* L.) clones cultivated in homogeneous soils. Universidal Miguel Hernandez, Spain. 15pp.

Anynomous. 1997. Project of horticutural studies in Iran. Volume 5. Ministry of Agriculture. (in Persian). 174pp.

Awamleh, H., Hassawi, D., Migdadi, H., and Brake, M. 2009. Molecular charachterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) landraces grown in Jordan using amplified fragment length polymorphism markers. Biotechnology 83: 316- 322.

Barzegar, M., Fadavi, A., and Azizi, T. M. H. 2004. Evaluation of physico-chemical composition of cultivated pomegranates in Yazd. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology 1 (2): 9-14 (in Persian).

Basaki, T., Khayam Nekouei, M., Choukan, R., and Mardi, M. 2016. Evaluation of Iranian pomegranate collection using simple sequence repeat and morphological traits. Crop Breeding Journal 12: 67-78.

Behzadi-Shahrbabaki, H. 1998. Distribution and variation in pomegranate varieties in Iran. Nashr-e-Amoozesh Keshavarzi (in Persian). 280pp.

Borochov-Neori, H., Lazarovitch, N., Judeinstein, S., Patil, B. S., and Holland, D. 2013. Climate and salinity effects on health promoting and color properties in the pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit arils. Pp. 43-61. In: American Chemistry Socity Series, Tropical and Subtropical Fruits: flavors, colors and health benfits.

Falconer, D. S. 1996. Introduction to quantitative genetics. 3rd edition. Longman, New York. 312pp.

Farshadfar, E. 1997. Methodology of plant breeding. Razi University of Kermanshah. Iran. 528pp. (in Persian).

Fawole, O. A., Opara, U. L., and Theron, K I. 2011. Chemical and phytochemical properties and antioxidant activities of three pomegranate cultivars grown in south Africa. Food Bioprocess Technology 9: 1-7.

Fawole, O. A., and Opara, U. L. 2013. Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages. Scientia Horticulturae 150: 37-46.

Ghaderi-Ghahfarokhi1, M., Barzegar, M., and Nabil, M. 2016. Geographical discrimination of Iranian pomegranate cultivars based on organic acids composition and multivariate analysis. Journal of Agricultural Science and Technology 18 (5): 1221-1232.

Ghahreman, A. 1994. Chromophytes of Iran (plant systematic).Volume 3. Tehran University Publication Center. 368pp. (in Persian).

Hosseininia, S. M. 1994. Pomegranate. Ministry of Agriculture. (in Persian).116pp.

Imtiaz, A. W., Bhat, M. Y., Banday, F. A., Khan, I. A., Hassan, G. I., Abid A. L., and Bhat T. A. 2012. Correlation studies of morphological and economic traits in pomegranate (*Punica granatum* L.). Plant Architect 12: 943-946.

Karimi, H. R., and Mirdehghan, S. H. 2013. Correlation between the morphological characters of pomegranate (*Punica granatum*) traits and their implications for breeding. Turkish Journal of Botany 37 (2): 355-362.

Mars, M., and Marrakchi M. 1999. Diversity of pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm in Tunisia. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 461-467.

Mir, M. M., Sofi, A. A., Singh, D. B., and Khan, F. U. 2007. Evaluation of pomegranate cultivars under temperate conditions of Kashmir Valley. Indian Journal of Horticulture 64: 150154.

Mirdehghan, S. H., and Rahemi, M. 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. Scientia Horticulture 111: 120-127.

Morton, J. F. 1987. Fruits of warm climates. Miami FL, USA. 412pp.

Muradoglu, F., FikretBalta, M., and Ozrenk, K. 2006. Pomegranate (*Punica granatum* L.) genetic resources from Hakkari, Turkey.112pp.

Sadeghian Motahar, Y., and Jamali, H. 2009. National instruction of uniformity, distinctive and stability in pomegranate. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Iran. 114pp. (in Persian).

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi Moghaddam, M. R., Ebadi, A., Saei, A., Tabatabaie, S. Z., Akrami, M. R. 2007. Study on relationships among fruit quantitative and qualitative characteristics of some pomegranate genotypes. Journal of Water and Soil Science 10 (4): 147-160.

Sepahvand, M. 2012. Evaluating of genetic variation in some of pomegranate genotypes in Lorestan province. MSc. Thesis. Lorestan University. 118pp. (in Persian).

Vaezi, Sh., Abdemishani, S., Yazdi-samadi, B. and Ghanadha, M. R. 2000. The correlation analysis and path analysis for yield related traits in maize. Journal of Agricultural Sciences 31 (1): 71-83.

Volkan, O., Akca, Y., Ercisli, S., and Gozlekci, S. 2015. Genotype selection for physico-chemical fruit traits in pomegranate (*Punica granatum* L.) in Turkey. Acta Science 14 (2): 123-132.